

## Lycée Évariste Galois - Épreuve commune de physique chimie - 1èreS - Avril 2015

Durée de l'épreuve : 2h

Le sujet comporte 4 pages. L'annexe, page 4, est à rendre avec la copie. **Indiquer votre nom et votre classe.**  
Il sera tenu compte de la qualité de la rédaction et du respect du nombre de chiffres significatifs.  
L'usage de la calculatrice est autorisé.

### Exercice I                      **Construction d'une image**                      **(1,5 points)**

Toutes les mesures sont à effectuer avec une règle.

1. Construire l'image A'B' de l'objet AB sur le schéma donné dans l'annexe, page 4. **(1)**
2. Déterminer graphiquement les valeurs algébriques  $\overline{A'B'}$  et  $\overline{OA'}$ . **(0,5)**

### Exercice II                      **Deux types de centrales électriques**                      **(8 points)**

**Les parties I et II sont indépendantes**

#### **Partie I - Centrale nucléaire**                      **(4,75 points)**

Données

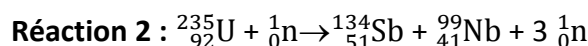
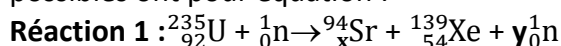
Particule	${}^x_8\text{Sr}$	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{139}_{54}\text{Xe}$	${}^{134}_{51}\text{Sb}$	${}^{99}_{41}\text{Nb}$	${}^1_0\text{n}$
Masse (en kg)	$155,916 \cdot 10^{-27}$	$390,216 \cdot 10^{-27}$	$230,631 \cdot 10^{-27}$	$202,187 \cdot 10^{-27}$	$154,275 \cdot 10^{-27}$	$1,67492 \cdot 10^{-27}$

Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$                       Électron volt :  $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

**Extrait de la classification périodique :**

${}_{39}\text{Y}$	${}_{40}\text{Zr}$	${}_{42}\text{Mo}$	${}_{43}\text{Tc}$
-------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Dans une centrale nucléaire à uranium enrichi à 3,7 % en masse en uranium 235, deux des réactions de fission possibles ont pour équation :



1. Déterminer les valeurs de x et de y dans l'équation de la réaction 1 en rappelant les lois de conservation utilisées. **(1,5)**
2. L'antimoine Sb et le niobium Nb sont des noyaux radioactifs.
  - 2.1. Qu'est-ce qu'un noyau radioactif ? **(0,5)**
  - 2.2. Donner la composition des noyaux d'antimoine  ${}^{134}_{51}\text{Sb}$ . **(0,5)**
3. Qu'appelle-t-on réaction de fission ? **(0,25)**
4. Exprimer et calculer en kilogramme la variation de masse  $\Delta m$  lors de la réaction 2. **(0,5)**
5. Exprimer puis calculer en joule et en mégaelectronvolt l'énergie libérée  $E_{\text{lib}}$  par cette réaction. **(1)**
6. Le noyau de niobium est radioactif  $\beta^-$  : la particule émise lors de sa désintégration est un électron. Écrire l'équation de sa désintégration. **(0,5)**

#### **Partie II - Centrale thermique à gaz**                      **(3,25 points)**

Document : Une centrale-type d'une capacité de 250 MW fonctionnant en base (8 000 h/an) émet :

- 1,7 Mt CO<sub>2</sub>/an pour une centrale à charbon
- 0,72 Mt CO<sub>2</sub>/an pour une centrale au gaz

D'après <http://www.planetoscope.com/co2/261-emissions-mondiales-de-co2-dans-l-atmosphere.html>

Une centrale thermique à flamme, de puissance 250 MW, est constituée d'une chaudière brûlant 34 tonnes de gaz méthane (CH<sub>4</sub>(g)) par heure.

L'équation de combustion correspondante est donnée dans le **tableau en annexe**.

Données : 1 tonne = 10<sup>3</sup> kg = 10<sup>6</sup> g    préfixe M = méga = 10<sup>6</sup>

Masses molaires : M(méthane) = 16 g.mol<sup>-1</sup>    M(dioxyde de carbone) = 44 g.mol<sup>-1</sup>

1. Exprimer et calculer la quantité de matière (mol) initiale de méthane brûlée par heure. **(0,5)**
2. Compléter le tableau donné dans l'annexe (page 4) en quantité de matière (mol) avec les valeurs numériques ou les grandeurs. **(3 x 0,5)**
3. Le dioxygène étant en excès, donner la valeur de  $x_{\text{max}}$ . **(0,25)**
4. Exprimer et calculer la masse de dioxyde de carbone rejetée par heure dans l'atmosphère. **(0,5)**
5. Comparer à la valeur donnée dans le document et conclure. **(0,5)**

### Exercice III Quantification de l'énergie d'un atome

3 points

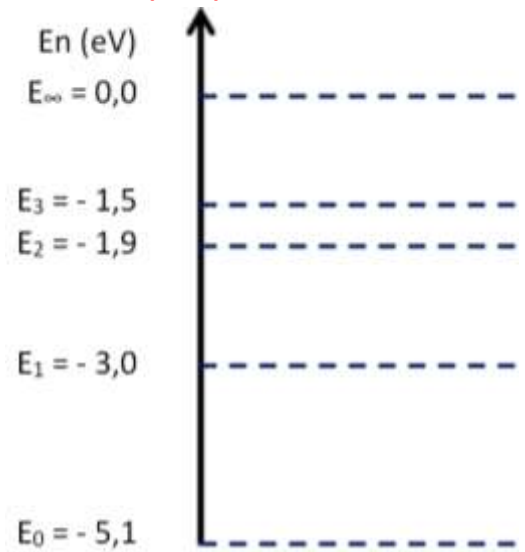
Une source de lumière monochromatique a une longueur d'onde de  $\lambda = 580 \text{ nm}$  dans le vide.

Données : Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Constante de Planck :  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}^{-1}$

Électron volt :  $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

- Exprimer et calculer la fréquence  $\nu$  correspondant à cette longueur d'onde. **(0,75)**
- Quelle particule transporte l'énergie de cette lumière ? **(0,25)**
- Exprimer et calculer l'énergie  $E$  transportée par cette particule en joule et en électronvolt. **(0,75)**
- Le diagramme d'énergie d'un atome est donné ci-contre. L'état fondamental est au niveau d'énergie  $E_0$ .
  - À quelle condition l'énergie de la particule précédente peut-elle être absorbée par l'atome ? **(0,25)**
  - Cette absorption augmente-t-elle ou diminue-t-elle le niveau d'énergie de l'atome ? **(0,25)**
  - Déterminer entre quels niveaux de l'atome cette transition s'opère. **(0,5)**
  - Indiquer par une flèche la transition associée sur le diagramme. **(0,25)**



### Exercice IV Les colorants : à boire et à manger

7,5 points

#### Les parties I et II sont indépendantes

#### Partie I : Combien de bonbons « schtroumpf » peut-on manger par jour ? (3,5 points)

##### Les parties A, B et C sont indépendantes

##### Document 1 :

Les confiseurs utilisent des colorants alimentaires, d'origine naturelle ou synthétique, pour rendre les bonbons appétissants. L'union Européenne fixe, pour tous les colorants alimentaires, des valeurs de dose journalière admissible (DJA).

La DJA (en anglais : Acceptable Daily Intake ou ADI) représente la quantité d'une substance qu'un individu moyen de 60 kg peut théoriquement ingérer quotidiennement (tous les jours), sans risque pour la santé. Elle est habituellement exprimée en **mg de substance par kg de poids corporel**. Wikipédia

##### Document 2 :

Voici la DJA, en mg de produit absorbable par kg de masse corporelle et par jour, du colorant alimentaire E131 de couleur bleue utilisé pour les bonbons « schtroumpf » : **2,5 mg/kg**

Remarque : le colorant bleu utilisé dans les bonbons Schtroumpf est interdit dans plusieurs pays (USA, Canada, Norvège, Australie)... parce qu'il est responsable d'allergies



Document 3 : la concentration massique  $C_m$  est donnée par la formule  $C_m = \frac{m}{V}$

Dans un bécher, la partie bleue d'un bonbon Schtroumpf est dissoute dans un peu d'eau distillée. La solution obtenue est transvasée dans une fiole jaugée de volume  $V = 50,0 \text{ mL}$ , complétée avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Le contenu de cette fiole constitue la solution « Schtroumpf ».

#### A. Étude du spectre d'absorption du colorant bleu de la solution

Justifier précisément la couleur du colorant bleu à l'aide des documents 4 et 5 de l'annexe. **(0,5)**

## B. Réalisation d'une échelle de teinte

On dispose d'une solution mère  $S_0$  de colorant, de concentration  $C_{m0} = 1,0 \cdot 10^{-2}$  mg/L.

À partir de cette solution mère, on va préparer par dilution 3 solutions filles dont les concentrations sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Solution	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$C_m$ en mg/L	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$
Absorbance	1,71	0,95	0,19	0,06

Liste du matériel disponible : béchers, éprouvettes graduées, fioles jaugées de 50,0 et 100,0 mL, pipettes jaugées de 10,0 mL et 50,0 mL.

B.1. Exprimer et calculer le volume  $V_0$  de solution mère à prélever pour préparer  $V_2 = 100,0$  mL de la solution  $S_2$ . Remarque : le raisonnement est le même pour les concentrations molaires ou massiques. (0,5)

B.2. Choisir dans le matériel disponible, la verrerie nécessaire pour réaliser cette dilution. (0,5)

## C. Détermination de la concentration en colorant contenu dans la solution « schtroumpf »

On mesure l'absorbance de chaque solution à l'aide du spectrophotomètre en se plaçant à la longueur d'onde  $\lambda_2 = 640$  nm pour le bleu patenté V. On obtient la courbe d'étalonnage sur le document 6 en annexe.

C.1. Justifier le fait que la courbe du document 6 soit ou non en accord avec la loi de Beer-Lambert. (0,5)

C.2. L'absorbance de la solution schtroumpf vaut  $A = 0,7$ . À partir du document 6, déterminer graphiquement la concentration  $C_{\text{stroumpf}}$  en colorant bleu dans la solution « schtroumpf ». On fera apparaître clairement la construction graphique. (0,5)

C.3. En déduire la masse contenue dans un bonbon « schtroumpf » qui a été dilué dans 50,0 mL ? (0,5)

C.4. Combien de bonbons pourrait manger un gourmand de 60 kg par jour sans dépasser la DJA en colorant ? (0,5)

Bon appétit... mais attention aux allergies et au sucre !

## Partie 2 : Un cocktail coloré : le gin fizz 401 (4 points)

Le gin **fizz 401** est un cocktail alcoolisé de couleur bleue. Il possède les ingrédients suivants :

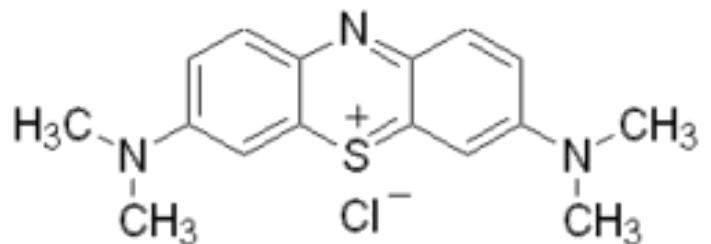
1. du **schweppes** tonic possédant du dioxyde de carbone de formule  $\text{CO}_2$ .

1.1. Sachant que les atomes de carbone et d'oxygène ont respectivement 6 et 8 électrons, déterminer et justifier le nombre de liaison de covalence (ou doublets liants) formées par chacun de ces atomes. (1)

1.2. Déterminer en justifiant le nombre de doublets non liants. (0,5)

1.3. Donner la représentation de Lewis de la molécule de dioxyde de carbone. (0,25)

2. du **gin** qui contient de l'éthanol et du **bleu de méthylène** (formule ci-contre). Justifier que la molécule de bleu de méthylène soit colorée. (0,5)



3. de l'eau

3.1. Sans justification, donner la formule de Lewis de la molécule d'eau. (0,25)

3.2. Sans justification, donner la géométrie de la molécule d'eau ? (0,25)

3.3. Exposer les raisons expliquant le caractère polaire de la molécule d'eau. (0,75)

Données : valeurs d'électronégativité du carbone et de l'hydrogène,  $\chi(\text{H})=2,2$  ;  $\chi(\text{O})=3,5$ .

4. du **lactate de calcium** qui, en réagissant avec l'alginate de sodium, va former une réaction de sphérification » (formation de petites « sphères » qui surnagent). Cet additif alimentaire est parfois remplacé par du **chlorure de calcium** de formule  $\text{CaCl}_2$ . Écrire l'équation de la réaction de dissolution du chlorure de calcium dans l'eau. (0,5)

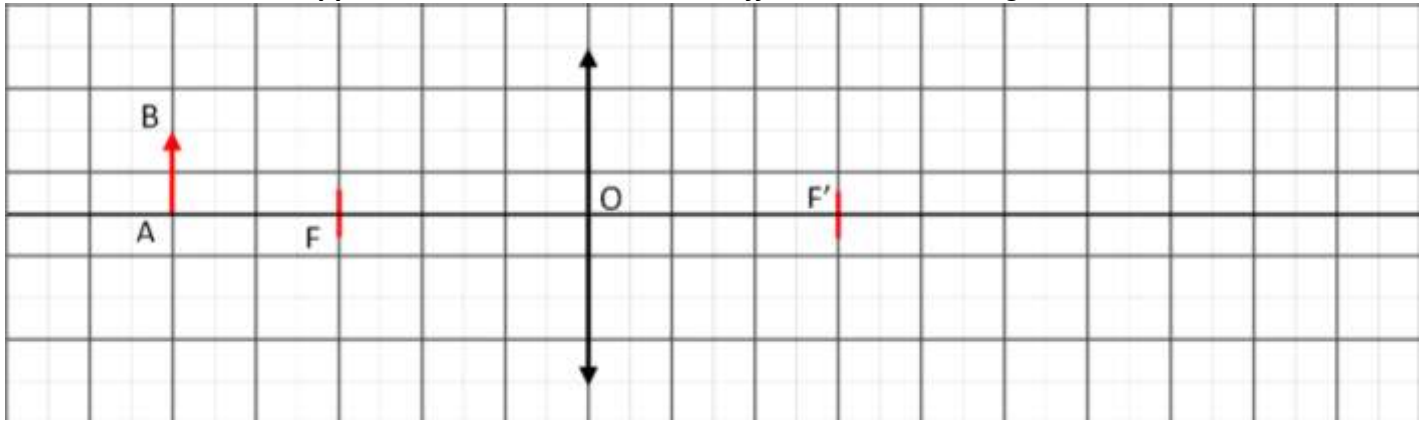
Annexe à rendre avec la copie

Nom

Classe

Exercice I

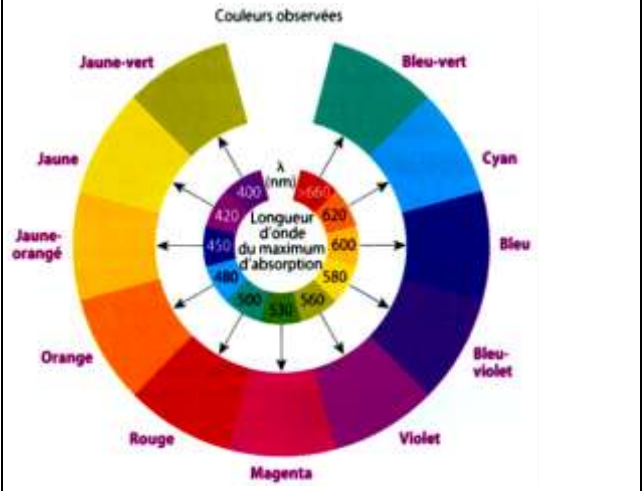
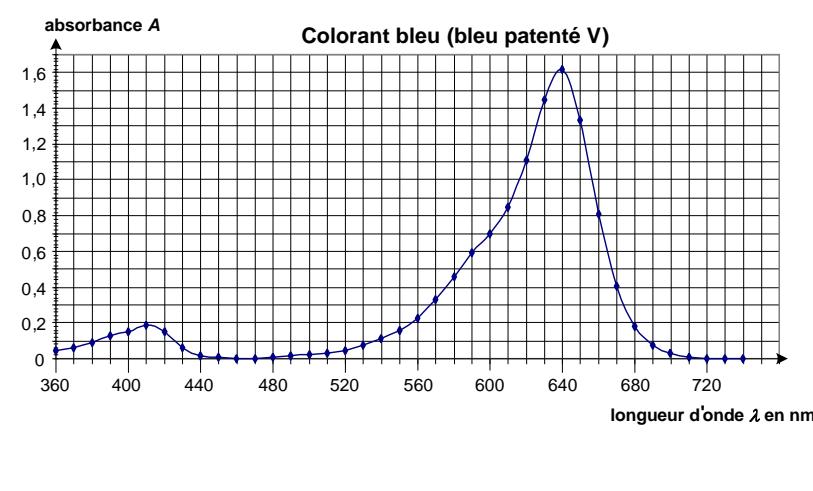
Rappel : toutes les mesures sont à effectuer avec une règle



Exercice II Partie I A.

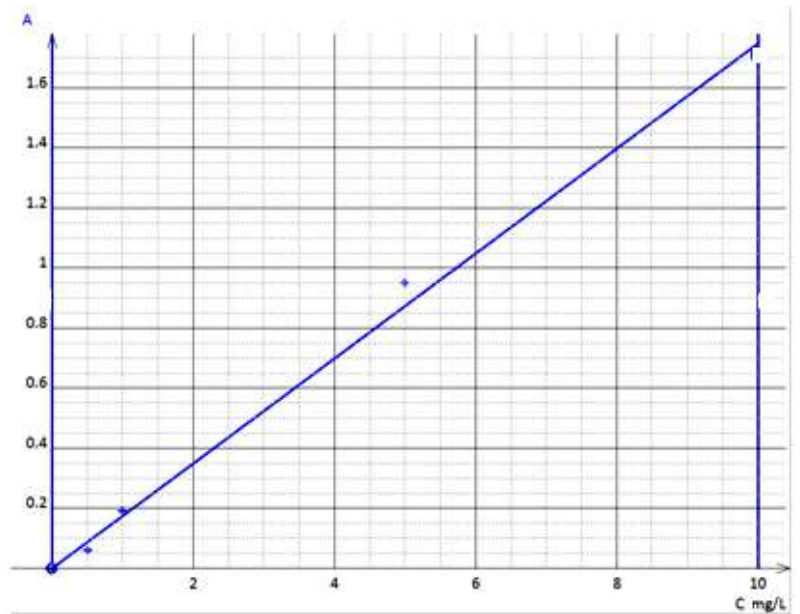
Document 4 Spectre E 131

Document 5



Exercice II Partie I C.

Document 6 Courbe d'étalonnage  $A = f(C)$



Partie II

Équation chimique	$\text{CH}_4(\text{g})$	+	$2 \text{O}_2(\text{g})$	$\longrightarrow$	$\text{CO}_2(\text{g})$	+	$2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
État initial			Excès				
État intermédiaire			Excès				
État final			Excès				